

## [A] TIIVISTELMÄ - SAMMANDRAG



SUOMI-FINLAND  
(FI)

(11) (21) Patenttihakemus - Patentansökan 980221

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

G 01N 21/43

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 30.01.1998

(24) Alkupäivä - Löpdag 30.01.1998

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 31.07.1999

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(71) Hakija - Sökande

1. Janesko Oy, Elannontie 5, 01510 Vantaa, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Salo, Harri, Vähäntuvantie 2 A 1, 00390 Helsinki, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

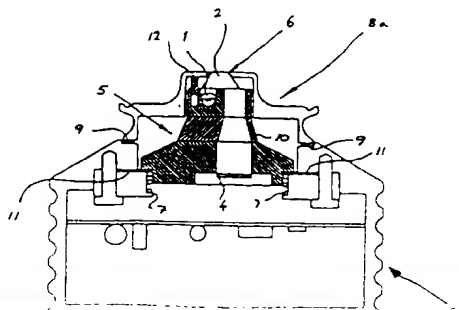
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Refraktometri  
Refraktometer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on refraktometri, joka käsittää runkorakenteeseen sovitetun valolähteen (1), prosessiliuokseen (3) sijoitettavan optisen ikkunan (2), välineet sädekimpun ohjaamiseksi valolähteeltä optisen ikkunan (2) ja prosessiliuoksen (3) rajapintaan, jolloin osa sädekimpusta imeytyy osittain liuokseen (3) ja osa heijastuu kokonaan takaisin liuoksesta (3) muodostaen kuvan, jossa valoisan ja pimeän alueen rajan paikka riippuu prosessiliuoksen (3) taitekertoimesta sekä valodetektorin (4), jolla tarkastellaan edellä mainitulla tavalla muodostunutta kuvaa. Optisen ikkunan kulmamuuutosten eliminoinemiseksi valolähde (1), optinen ikkuna (2), välineet sädekimpun ohjaamiseksi ja valodetektorin (4) on sovitettu jäykkään analysaattorimoduliin (5), joka on sovitettu kelluvasti runkorakenteeseen ja optisen ikkunan (2) väliin sovitetun tiivistyksen (6) varaan.

Uppfinningen avser en refraktometer, som omfattar en i en ramstruktur anpassad ljuskälla (1), ett optiskt fönster (2) placerat i en processlösning (3), don för styrning av ett strålknippe från ljuskällan till gränzonen mellan det optiska fönstret (2) och processlösningen (3), varvid en del av strålknipppet till en del absorberas i lösningen (3) och en del helt reflekteras från lösningen (3) och alstrar en bild, där det ljusa och mörka områdets gräns beror på processlösningens (3) brytningsfaktor, samt en ljusdetektor (4), med vilken sagda bild betraktas. För att eliminera det optiska fönstrets vinkelförändringar är ljuskällan (1), det optiska fönstret (2), donet för styrning av strålknipppet och ljusdetektorn (4) anpassade i en styv analysatormodul (5), vilken är anpassad flytande på en tätning (6) mellan ramstrukturen och det optiska fönstret (2).



## Refraktometri

Keksinnön kohteena on refraktometri, joka käsittää  
runkorakenteeseen sovitettun valolähteen, prosessiliuokseen  
5 sijoitettavan optisen ikkunan, välineet sädekimpun ohjaami-  
seksi valolähteeltä optisen ikkunan ja prosessiliuoksen  
rajpintaan, jolloin osa sädekimpusta imeytyy osittain  
liuokseen ja osa heijastuu kokonaan takaisin liuoksesta  
muodostaen kuvan, jossa valoisan ja pimeän alueen rajan  
10 paikka riippuu prosessiliuoksen taitekertoimesta sekä valo-  
detektorin, jolla tarkastellaan edellä mainitulla tavalla  
muodostunutta kuvaa.

Refraktometrin toimintaperiaate on ollut tunnettu jo  
yli sata vuotta. Nykyään refraktometrejä käytetään varsin  
15 paljon monilla eri aloilla. Esimerkkeinä refraktometrin  
käyttöaloista voidaan mainita elintarviketeollisuus, puun-  
jalostusteollisuus, kemian teollisuus ja erilaiset tutki-  
mukset yleensä.

Refraktometrin toimintaperiaatetta voidaan kuvata  
20 periaatteellisesti seuravalla tavalla. Refraktometri mittaa  
prosessiliuoksen taitekerrointa optisen ikkunan ja liuoksen  
rajapinnassa syntyvän kokonaisheijastuksen avulla. Valoläh-  
teestä tuleva sädekimppu ohjataan optisen ikkunan ja pro-  
sessiliuoksen rajapintaan. Osa sädekimpusta heijastuu koko-  
25 naan liuoksesta, osa imeytyy osittain liuokseen. Tästä  
aiheutuu kuva, jossa valoisan ja pimeän alueen rajan paikka  
riippuu kokonaisheijastuksen rajakulmasta ja siis prosessi-  
liuoksen taitekertoimesta.

Refraktometrimittauksen olennaisena seikkana on  
30 valon heijastumisesta aiheutuvan kuvan analysointi. Em.  
kuva-analyysin tarkoituksena on löytää kokonaisheijastuk-  
sen rajakulma, siis toisin sanoen raja, jossa edellä esite-  
tyllä tavalla muodostuvan kuvan valoisa alue muuttuu pi-  
meäksi alueeksi.

35 Kuten edellä esitetyistä seikoista tulee esille,

refraktometrin toiminta perustuu erittäin tarkkaan kulmanmittaukseen, koska kokonaisheijastuksen rajakulma määräytyy kahden aineen taitekertoimen mukaan. Tunnetuissa refraktometreissä on usein ollut ongelmana optisen ikkunan kulmanmuutokset laitteen runkotakenteeseen nähden, koska optinen ikkuna on usein kiinnitetty runkorakenteeseen joustavan tiivistemateriaalin avulla. Mikäli optinen ikkuna on kiinnitetty jäykästi runkorakenteeseen, tiivistemateriaalin pitää olla hyvin elastinen ja näin ollen tiettyjä heikosti elastisia materiaaleja kuten teflonia ei voida käyttää. Useissa tunnetuissa refraktometreissä optiikka ja valodetektorit on kiinnitetty jäykästi runkoon, joten toisen ongelman aiheuttaa runkorakenteen vääntymisestä aiheutuva kulmamittauksen virhe.

Keksinnön tarkoituksena on saada aikaan refraktometri, jonka avulla aiemmin tunnetun tekniikan epäkohdat pystytään eliminoimaan. Tähän on päästy keksinnön mukaisen refraktometrin avulla, joka on tunnettu siitä, että valolähde, optinen ikkuna, välineet sädekimpun ohjaamiseksi ja valodetektorit on sovitettu jäykkään analysaattorimoduliin, joka on sovitettu kelluvasti runkorakenteen ja optisen ikkunan väliin sovitetun tiivistyksen varaan.

Keksinnön mukaisen ratkaisun etuna on se, että kelluvan jäykän analysaattorimodulin vuoksi optisen ikkunan joustava kiinnitys on mahdollista myös heikosti elastisen tiivisteen avulla kulmamittaustarkkuuden kärsimättä. Keksinnön mukainen refraktometri on myös rakenteeltaan yksinkertainen, joten keksinnön käyttöönotto muodostuu edulliseksi. Keksinnön mukainen refraktometri on lisäksi käytössä hyvin joustava, sillä se voidaan asentaa hyvin monella tavalla esimerkiksi prosessiputkistoon.

Keksintöä ryhdytään selvittämään seuraavassa tarkemmin oheisessa piirustuksessa esitettyjen esimerkkien avulla, jolloin

kuvio 1 esittää periaatteellisena kaaviokuvantona

refraktometrin toimintaperiaatetta,

kuvio 2 esittää keksinnön mukaisen refraktometrin erään sovellutusmuodon rakennetta periaatteellisena leikkauskuvantona ja

5 kuviot 3 - 5 esittävät esimerkkejä keksinnön mukaisen refraktometrin erilaisista asennusmahdollisuuksista.

Kuviossa 1 on esitetty refraktometrin toimintaperiaate periaatteellisena kaaviokuvantona. Viitenumeron 1 avulla on merkitty valolähde ja viitenumeron 2 avulla opti-  
10 nen ikkuna, joka voi olla esimerkiksi prisma. Viitenumeron 3 avulla on merkitty prosessiliuos.

Kuten aiemmin on jo todettu refraktometri mittaa prosessiliuoksen taitekerrointa optisen ikkunan 2 ja prosessiliuoksen 3 rajapinnassa syntyvän kokonaisheijastuksen  
15 avulla. Refraktometrin toimintaperiaate on alan ammattihenkilölle täysin tunnettua tekniikkaa, joten ko. seikkoihin ei perehdytä tarkemmin tässä yhteydessä. Tässä yhteydessä kuvataan ainoastaan olennainen perusperiaate.

Valolähteestä 1 tuleva sädekimppu ohjataan optisen  
20 ikkunan 2 ja prosessiliuoksen 3 rajapintaan. Sädekimppu on kuvattu kuviossa 1 periaatteellisesti nuolten avulla. Osa sädekimpusta heijastuu kokonaan takaisin prosessiliuoksesta 3, osa imeytyy osittain luokseen. Tästä aiheutuu kuva K, jossa valoisan alueen A ja pimeän alueen B rajan C paikka  
25 riippuu kokonaisheijastuksen rajakulmasta ja siis prosessiliuoksen taitekertoimesta.

Refraktometrin toiminta perustuu siis erittäin tarkkaan kulmamittaukseen, koska kokonaisheijastuksen rajakulma määräytyy kahden aineen taitekertoimen mukaan. Kuten edellä  
30 on jo todettu, aiemmin tunnettujen refraktometrien yhteydessä on ongelmana usein ollut optisen ikkunan kulmamuutokset laitteen runkoon nähden, koska optinen ikkuna on useissa ratkaisuissa kiinnitetty runkoon joustavan tiivistemateriaalin avulla. Joustavan materiaalin käyttö tiivisteenä  
35 johtuu siitä, että mikäli optinen ikkuna on kiinnitetty

jäykästi runkoon, tiivistemateriaalin pitää olla hyvin elastinen ja näin ollen heikosti elastisia materiaaleja ei voida käyttää. Useissa tunnetuissa refraktometreissä optiikka ja valodetektorit on kiinnitetty jäykästi runkoon, joten toisen ongelman on aiheuttanut rungon vääntymisestä aiheutuva kulmamittauksen virhe.

Edellä esitetyt tunnetun tekniikan epäkohdat on pystytty eliminoimaan keksinnön mukaisen refraktometrin avulla. Keksinnön mukaisessa refraktometrissä on olennaisena seikkana se, että valolähde 1, optinen ikkuna 2, väli-  
neet sädekimpun ohjaamiseksi ja valodetektorit 4 on sovitettu jäykkään analysaattorimoduliin 5. Optinen ikkuna voi olla esimerkiksi prisma. Analysaattorimoduli 5 on sovitettu kelluvasti runkorakenteen ja optisen ikkunan 2 väliin sovitettun tiivistyksen 6 varaan. Tiivistys voi olla esimerkiksi kartiotiivistys tai se voi muodostaa esimerkiksi pallopinnan jne. Koska analysaattorimoduli 5 kelluu laitteen runkorakenteeseen ja muuhun mekaniikkaan nähden tiivistyksen 6 varassa, eivät ulkoiset voimat, kuten prosessinesteiden virtauksesta aiheutuvat voimat, mekaaniset jännitykset putkitossassa, lämpölaajeneminen ja paine, vaikuta mittauksen tarkkuuteen. Kelluvan analysaattorimodulin 5 ansiosta voidaan prisman tiivistyksessä 6 käyttää myös heikosti elastisia materiaaleja kuten teflonia.

Analysaattorimoduli 5 puristetaan jousielinten 7 avulla tiivistystä 6 vasten, jolloin puristusvoima on vakio kaikissa lämpötiloissa. Näin ollen jousielimet 7 kelluvan analysaattorimodulin 5 kanssa kompensoivat tiettyjen tiivistemateriaalien heikon elastisuuden. Jousielimet 7 on asennettu siten, ettei prosessilämpöä kulje niiden kautta analysaattorimoduliin 5.

Kelluva analysaattorimoduli 5 on yhteydessä prosessinesteeseen 3 ja runkorakenteen kärkeen 8a, ts. runkorakenteen siihen osaan, joka on kosketuksissa prosessiin, ainoastaan optisen ikkunan 2 kautta. Liitântäpinta prosess-

siin ja runkorakenteen kärkeen on minimoitu lämmönjohtumisen estämiseksi. Optisen ikkunan 2 ja ja kärjen välissä on tiivistys 6. Liitäntäpinnan tulee mahdollistaa pienet kulumamuutokset analysaattorimodulin akselin ja kärjen akselien välillä. kuten edellä on todettu, tiivistyksen liitäntäpinta voi olla esimerkiksi kartiomainen tai pallomainen. Kelluvan analysaattorimodulin 5 ansiosta myös laitteen valmistus ja huolto on helppoa. Analysaattori voidaan testata jo ennen varsinaista liittämistä muuhun mekaniikkaan.

10            Prosessimittalaitteissa joudutaan minimoimaan lämmön siirtyminen prosessista elektroniikkaan ja muihin lämpöherkkiin komponentteihin ja toisaalta maksimoimaan näiden osien jäähdytys. Tarkka pitoisuusmittaus vaatii myös tarkan ja nopean prosessinesteen lämpötilamittauksen. Keksinnön mukaisessa refraktometrissä lämpö siirtyy sekä runkorakenteen että analysaattorimodulin kautta elektroniikalle. Runkorakenteen kautta tapahtuva lämmönjohtuminen on estetty ohentamalla kärjen 8a seinämävahvuutta ja asettamalla lämpöeriste 9 kärjen 8a ja muun runkorakenteen, esimerkiksi kansiosan 8b väliin. Sopiva materiaali lämpöeristeelle 9 on

20            esimerkiksi teflon.

            Analysaattorimoduliin 5 pääsee johtumalla lämpöä ainoastaan optisen ikkunan 2 ja tiivistyksen 6 kautta. Kärjen 8a seinämien kautta tulee säteilylämpöä. Analysaattorimodulin 5 kautta tapahtuva lämmön siirtyminen elektroniikalle on estetty erillisellä jäykällä eristeosalla 10, joka on osa analysaattorimodulia. Eristeosan 10 tulee olla jäykkä, joten esimerkiksi tietyt keraamit ovat sopivia eristeitä.

30            Analysaattorimodulin 5 eristeosan 10 läpi pääsevä lämpö johdetaan tehokkaasti runkorakenteeseen joustavalla, esimerkiksi levymäisellä lämpöjohteella 11. Analysaattorimodulin 5 ja runkorakenteen väliin sovitettava lämpöjohde 11 on hyvin lämpöä johtavaa materiaalia, esimerkiksi kuparia tai alumiinia ja sen rakenne sallii analysaattorimodu-

35

lin 5 akselin suuntaisen liikkeen. Lämpö johdetaan runkorakenteesta laitteen ympäristöön runkorakenteen suuren ulkoisen pinta-alan avulla. Runkorakenteen ulkoista pinta-alaa voidaan kasvattaa esimerkiksi kansiosan 8b sopivan rivoituksen avulla kuten kuvioissa on esitetty.

Keksinnön mukaisen refraktometrin yhteydessä voidaan prosessinesteen lämpötilan mittausta suorittaa erityisen edullisella tavalla. Prosessinesteen lämpötila mitataan sähköisen lämpötila-anturin 12 avulla. Lämpötila-anturin 12 lämpökontakti kärjen 8a suuntaan on maksimoitu ja muun mekaniikan suuntaan minimoitu. Lämpötila-anturi 12 on eristetty analysaattorimodulista 5 sopivan eristemateriaalin, esimerkiksi teflonin avulla. Lämpötilamittauksen nopeuteen vaikuttaa anturin massan lisäksi myös kärjen 8a massa. Riittävän nopean lämpötilamittauksen aikaansaamiseksi kärjen massa voidaan jakaa kahteen erillaiseen osaan. Lämpötila-anturi on suorassa kontaktissa kevyemmän osan kanssa. Pienen ja suuren osan välistä lämmönjohtumista voidaan pienentää ohentamalla seinämää kärjen mekaanista puristusjäykkyyttä heikentämättä.

Keksinnön mukainen refraktometri asennetaan normaalisti päävirtaukseen, eli se on ns. in-line mittalaite. Optisen mittausmenetelmän vuoksi optisen ikkunan tulee pysyä puhtaana. Laitteen asennuspaikka on tärkeä puhtauspysymisen kannalta. Putkistoissa, joissa virtausnopeus on suhteellisen suuri, putkiston mutkat pysyvät puhtaana. Näin ollen keksinnön mukaisen laitteen asennuspaikaksi on edullista valita juuri putken mutka. Mikäli putkikoko on pieni, voidaan käyttää erityistä virtausastiaa 13, joka asennetaan putken vakiomutkan tilalle. Kuviossa 3 on esitetty tällainen virtausastia. Virtausastia koostuu puolipallosta, jonka keskipisteenä on mittalaitteen optinen ikkuna. Virtausastian tulo- ja lähtöputket 14, 15 on kohdistettu puolipallon keskipisteeseen ja keskenään 90 asteen kulmaan. Mikäli virtauksen aiheuttamaa puhdistusvaikutusta halutaan lisätä,

5 tuloputkea 14 voidaan hieman supistaa kuten kuvion 3 esimerkissä on tehty. Virtausastia on itsetyhjentyvä kun se asennetaan kuvion 3 mukaiseen asentoon. Virtaustekniikan kannalta tulo- ja lähtöputken liittäminen puolipalloon on helppoa, koska pallon ja sylinterin liitäntäpinta on ympyrä.

10 Keksinnön mukainen refraktometri voidaan asentaa suurehkoihin putkiin kuvion 4 mukaisella tavalla putken mutkan 16 kohdalle. Keksinnön mukainen refraktometri voidaan luonnollisesti asentaa myös suoraan putkeen 17 kuten kuviossa 5 on esitetty. Prosessinesteen virtaussuunnat on merkitty kuvioihin 3 - 5 nuolten avulla.

15 Edellä esitettyjä sovellutusesimerkkejä ei ole mitenkään tarkoitettu rajoittamaan keksintöä, vaan keksintöä voidaan muunnella patenttivaatimusten puitteissa täysin vapaasti. Näin ollen on selvää, että keksinnön mukaisen refraktometrin ei välttämättä tarvitse olla juuri sellainen kuin kuvioissa on esitetty, vaan muunlaisetkin ratkaisut ovat mahdollisia.



Patenttivaatimukset:

1. Refraktometri, joka käsittää runkorakenteeseen sovitettun valolähteen (1), prosessiliuokseen (3) sijoitettavan optisen ikkunan (2), välineet sädekimpun ohjaamiseksi valolähteeltä optisen ikkunan (2) ja prosessiliuoksen (3) rajapintaan, jolloin osa sädekimpusta imeytyy osittain liuokseen (3) ja osa heijastuu kokonaan takaisin liuoksesta (3) muodostaen kuvan (K), jossa valoisan (A) ja pimeän alueen (B) rajan (C) paikka riippuu prosessiliuoksen (3) taitekertoimesta sekä valodetektorin (4), jolla tarkastellaan edellä mainitulla tavalla muodostunutta kuvaa (K), t u n n e t t u siitä, että valolähde (1), optinen ikkuna (2), välineet sädekimpun ohjaamiseksi ja valodetektori (4) on sovitettu jäykkään analysaattorimoduliin (5), joka on sovitettu kelluvasti runkorakenteen ja optisen ikkunan (2) väliin sovitettun tiivistyksen (6) varaan.

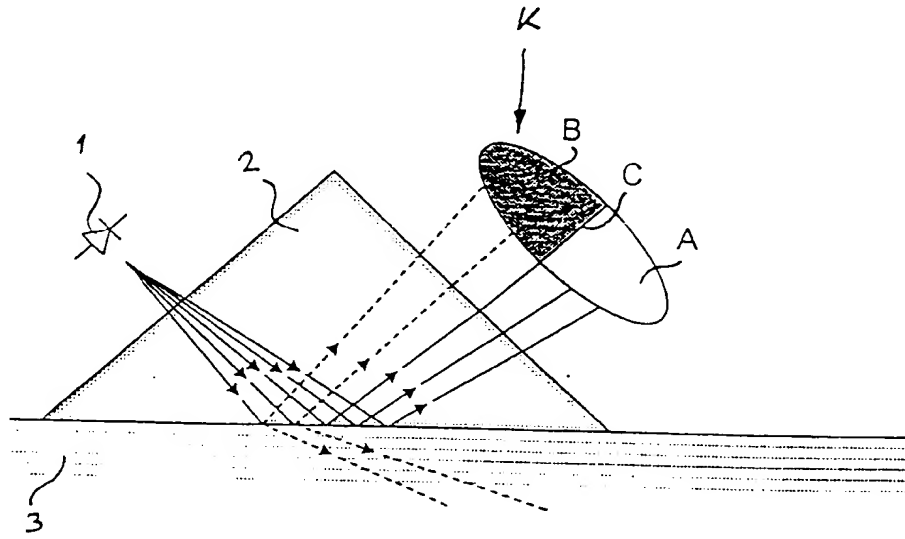
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen refraktometri, t u n n e t t u siitä, että analysaattorimoduli (5) on sovitettu puristettavaksi tiivistystä (6) vasten jousielinten (7) avulla.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen refraktometri, t u n n e t t u siitä, että runkorakenne on muodostettu karkiosasta (8a) ja kansiosasta (8b) ja että karkiosan (8a) ja kansiosan (8b) väliin on sovitettu lämpöeriste (9).

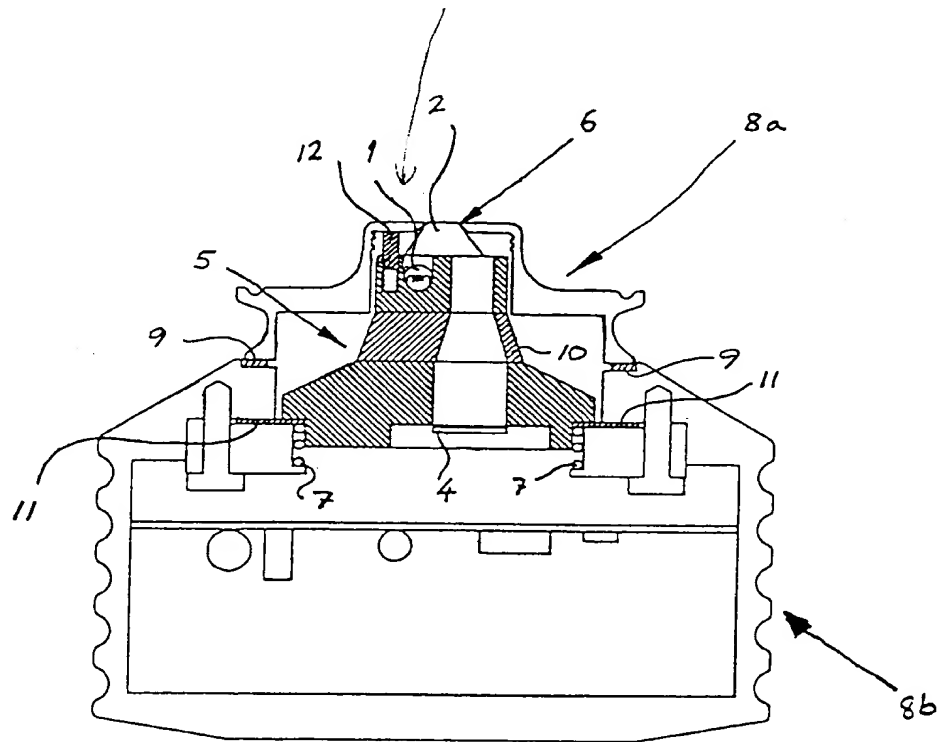
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen refraktometri, t u n n e t t u siitä, että analysaattorimoduliin (5) on sovitettu jäykkä, lämmön johtumista estävä eristeosa (10).

5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen refraktometri, t u n n e t t u siitä, että analysaattorimodulin (5) ja kansiosan (8b) väliin on sovitettu lämpöjohde (11).

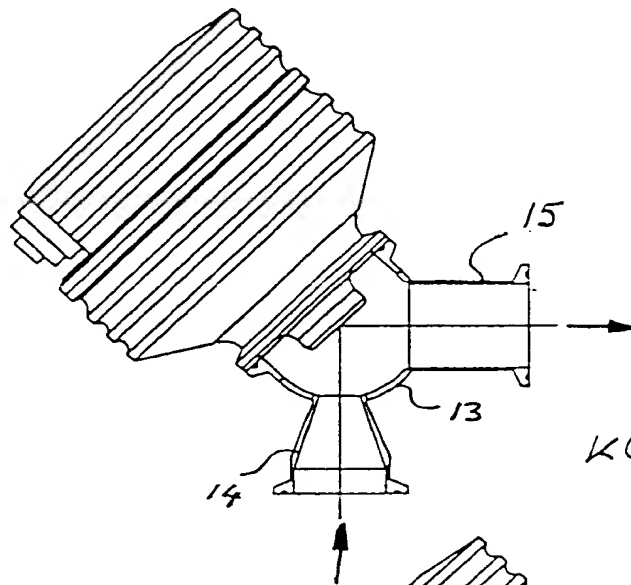
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen refraktometri, t u n n e t t u siitä, että lämpöjohde (11) on analysaattorimodulin (5) aksiaalisuunnassa joustava osa.



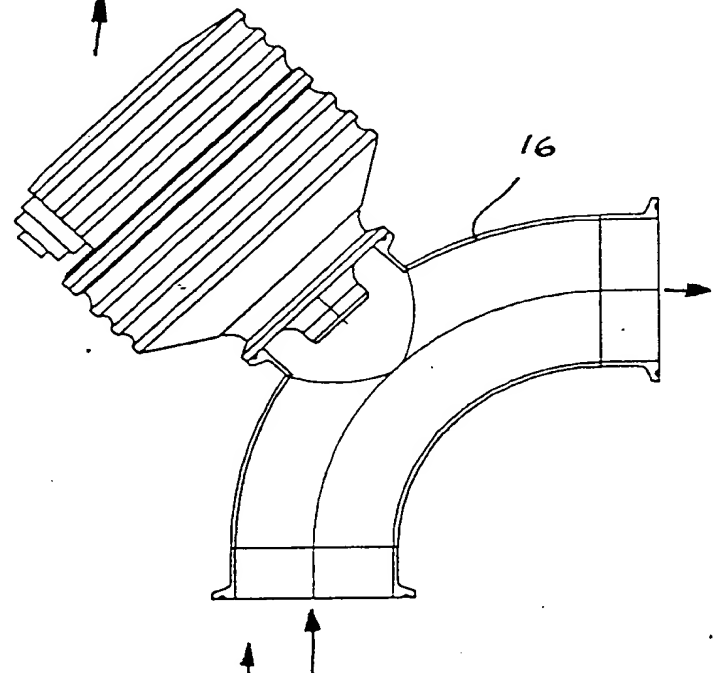
KUV. 1



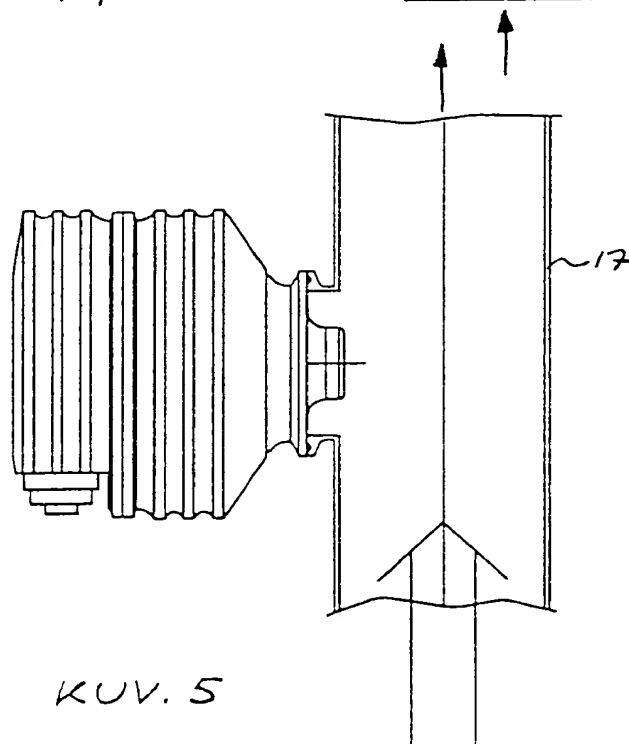
KUV. 2



KUV. 3



KUV. 4



KUV. 5